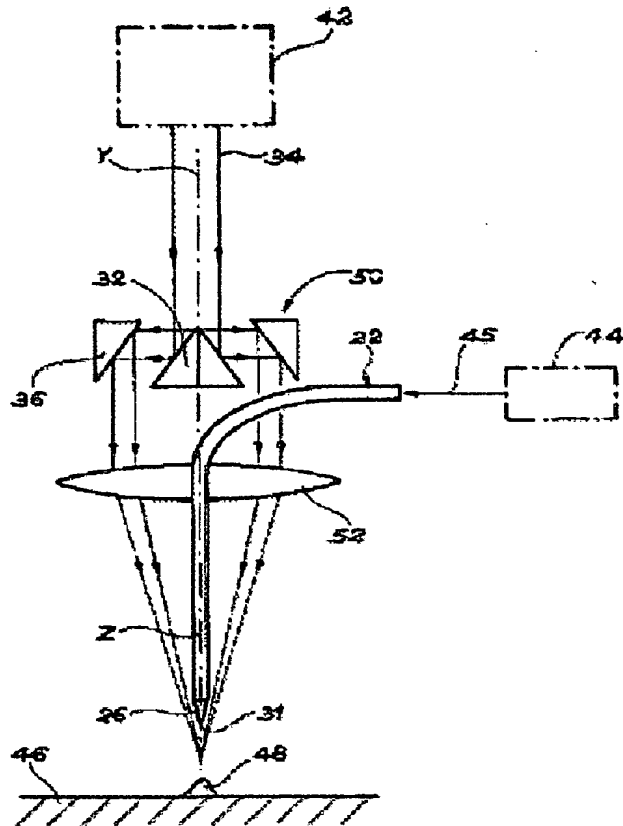


# Abstract of FR2823688

Apparatus used especially for depositing a material on a substrate comprises a material supply line (22) having an outlet (31) on an axis (Z) and able to deliver the material along the axis (Z), and optical elements (50, 52) able to uniformly distribute the laser beam on the circumference of axis (Z) and focus the beam onto a point on this axis with respect to the outlet. The optical elements (50, 52) comprise: an element (50) for shaping the laser beam and uniformly distributing the laser beam around a second axis (Y); and an element (52) for focusing the uniformly distributed laser beam on the point of the first axis (Z). The element (50) for shaping the laser beam comprises an element for dividing the laser beam into a number of single laser beams that are uniformly distributed around the second axis (Y), or an element for transforming the laser beam into an annular laser beam around the Y axis. The element (52) for focusing the laser beam can be selected from convergent optics and off-axis parabolic mirrors. Preferably, the focussing element (52) comprises convergent optics for focussing the laser beam and an element for reflecting the focused laser beam. The material supply line (22) comprises a nozzle (26) whose axis is the first axis (Z), and which has a passage whose end forms the outlet (31) of the line (22). Preferably, the material supply line (22) passes through the focussing element (52).



① RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

⑪ N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

2 823 688

⑫ N° d'enregistrement national : 01 05490

⑤ Int Cl<sup>7</sup> : B 23 K 26/06 // B 23 K 103:00

⑫

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

⑫ Date de dépôt : 24.04.01.

③ Priorité :

④ Date de mise à la disposition du public de la demande : 25.10.02 Bulletin 02/43.

⑥ Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du présent fascicule*

⑥ Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑦ Demandeur(s) : COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE Etablissement de caractère scientifique technique et industriel — FR, CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE CNRS — FR et DELEGATION GENERALE POUR L'ARMEMENT DIRECTION DES SYSTEMES DE FORCES ET DE LA PROSPECTIVE (SREA) — FR.

⑦ Inventeur(s) : AUBRY PASCAL, FABBRO REMY, COSTE FREDERIC et SABATIER LILION.

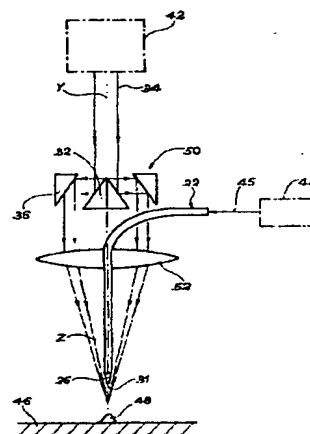
⑦ Titulaire(s) :

⑦ Mandataire(s) : BREVALEX.

⑤ DISPOSITIF DE FUSION DE MATIERE PAR FAISCEAU LASER.

⑦ Dispositif de fusion de matière par faisceau laser.

Ce dispositif s'applique notamment au dépôt d'une matière sur un substrat et comprend des moyens (22) d'apport de la matière, ayant une sortie (31) sur un axe (Z) et étant aptes à émettre la matière par cette sortie suivant cet axe, et des moyens optiques (50, 52) aptes à répartir régulièrement le faisceau sur le pourtour de cet axe et à focaliser ce faisceau en un point de cet axe, en regard de cette sortie.



FR 2 823 688 - A1



**DISPOSITIF DE FUSION DE MATIERE PAR FAISCEAU LASER****DESCRIPTION****DOMAINE TECHNIQUE**

5                   La présente invention concerne un dispositif de fusion de matière par faisceau laser.

Elle s'applique notamment au dépôt de matière sur un substrat ainsi qu'à la génération de formes, en particulier dans le domaine de la  
10 fabrication de moules.

**ETAT DE LA TECHNIQUE ANTERIEURE**

On connaît déjà des dispositifs de fusion de matière par faisceau laser. Des exemples de tels dispositifs sont schématiquement représentés sur les  
15 figures 1 et 2.

Dans ces exemples, on souhaite déposer une matière 2 sur un substrat 4, cette matière étant fusible par un faisceau laser 6 dont l'axe X est perpendiculaire au substrat 4.

20                   Le faisceau laser 6 est focalisé par des moyens optiques appropriés 8 en un point de son axe X. La matière est apportée, sous forme de poudre ou de fil 9, latéralement par rapport à cet axe X, au niveau de la zone de focalisation où elle est fondue. La poudre  
25 (ou le fil) 9 est amenée et guidée vers la zone de focalisation par un ou plusieurs conduits 10, chaque conduit étant terminé par une buse 12 qui est inclinée par rapport à l'axe X, comme on le voit sur la figure 1.

Dans l'exemple de la figure 2, on utilise une poudre 9 de matière fusible et cette poudre est amenée par une buse annulaire convergente 14 dont l'axe est l'axe X du faisceau laser 6.

5 Les dispositifs connus de fusion de matière par faisceau laser présentent un inconvénient : avec ces dispositifs, la matière n'est pas fondue de manière homogène car une partie de cette matière n'est pas couverte par le faisceau laser.

#### 10 EXPOSÉ DE L'INVENTION

La présente invention a pour but de remédier à l'inconvénient précédent et propose un dispositif capable de fondre la matière de façon beaucoup plus homogène que dans l'art antérieur.

15 De façon précise, la présente invention a pour objet un dispositif de fusion de matière par laser, ce dispositif étant caractérisé en ce qu'il comprend :

- des moyens d'apport d'une matière qui est  
20 fusible par un faisceau laser, ces moyens d'apport ayant une sortie sur un premier axe et étant aptes à émettre la matière par cette sortie suivant ce premier axe, et

- des moyens optiques aptes à répartir  
25 régulièrement le faisceau laser sur le pourtour du premier axe et à focaliser ce faisceau laser en un point de ce premier axe, en regard de la sortie des moyens d'apport de matière.

Selon un mode de réalisation particulier du  
30 dispositif objet de l'invention, les moyens optiques comprennent :

- des moyens de mise en forme du faisceau laser, aptes à répartir régulièrement ce faisceau laser autour d'un deuxième axe, et

- des moyens de focalisation, sur le point  
5 du premier axe, du faisceau laser ainsi régulièrement réparti.

Dans certains exemple de l'invention, les premier et deuxième axes peuvent être confondus.

Les principaux avantages de l'invention  
10 sont que la matière se trouve complètement entourée par le faisceau laser focalisé au moment où elle est fondue et qu'elle arrive par l'intérieur du faisceau laser, ce qui assure une meilleure efficacité du faisceau laser. La précision et la qualité des dépôts de matière  
15 obtenus avec l'invention sont également améliorés.

Selon un premier mode de réalisation particulier de l'invention, les moyens de mise en forme du faisceau laser comprennent des moyens de division de ce faisceau laser en plusieurs faisceaux laser  
20 élémentaires qui sont régulièrement répartis autour du deuxième axe.

Selon un deuxième mode de réalisation particulier, les moyens de mise en forme du faisceau laser comprennent des moyens de transformation de ce  
25 faisceau laser en un faisceau laser annulaire dont l'axe est le deuxième axe.

Dans le cas de ce deuxième mode de réalisation particulier, on peut utiliser des moyens de transformation qui sont aptes à réfléchir le faisceau  
30 laser.

Alors, les moyens de transformation peuvent comprendre des premier et deuxième miroirs coaxiaux, le premier miroir étant un miroir conique dont l'axe est le deuxième axe et le deuxième miroir étant un miroir tronconique qui entoure le premier miroir et qui est  
5 parallèle à ce premier miroir.

Dans le cas du deuxième mode de réalisation particulier, au lieu de moyens de transformation réflecteurs, on peut utiliser des moyens de  
10 transformation comprenant des premier et deuxième éléments optiques transparents, ayant un axe commun constitué par le deuxième axe, disposés à la suite l'un de l'autre le long de cet axe et coopérant l'un avec l'autre pour former le faisceau laser annulaire.

On peut choisir les moyens de focalisation parmi les optiques convergentes et les miroirs paraboliques hors d'axe (« off axis parabolic mirrors »).

Selon un mode de réalisation particulier de  
20 l'invention, les moyens de focalisation comprennent une optique convergente, prévue pour focaliser le faisceau laser et des moyens de réflexion du faisceau laser ainsi focalisé.

Dans le dispositif objet de l'invention,  
25 les moyens d'apport peuvent comprendre une buse dont l'axe est le premier axe et qui comporte un perçage dont l'extrémité forme la sortie des moyens d'apport.

Dans certains exemples de l'invention, les  
30 moyens de focalisation peuvent être traversés par ces moyens d'apport.

**BRÈVE DESCRIPTION DES DESSINS**

La présente invention sera mieux comprise à la lecture de la description d'exemples de réalisation donnés ci-après, à titre purement indicatif et  
5 nullement limitatif, en faisant référence aux dessins annexés sur lesquels :

- les figures 1 et 2 sont des vues schématiques de dispositifs connus de fusion de matière par faisceau laser et ont déjà été décrites,
- 10 ▪ la figure 3 illustre schématiquement le principe de la présente invention,
- la figure 4 est une vue en coupe longitudinale schématique d'une buse utilisable dans la présente invention,
- 15 ▪ les figures 5A et 5B sont des vues en perspective schématique de moyens optiques réflecteurs utilisables dans la présente invention pour la mise en forme d'un faisceau laser,
- les figures 6A et 6B sont des vues en perspective schématique de moyens optiques qui fonctionnent par transmission et sont également utilisables dans la  
20 présente invention pour la mise en forme d'un faisceau laser,
- la figure 7 est une vue schématique d'un mode de réalisation particulier du dispositif objet de  
25 l'invention, qui utilise des moyens optiques de mise en forme du genre de ceux de la figure 5A,
- la figure 8 est une vue schématique d'un autre mode de réalisation particulier du dispositif objet de  
30 l'invention, qui utilise des moyens optiques de mise en forme du genre de ceux de la figure 6A, et

- la figure 9 est une vue schématique d'un autre mode de réalisation particulier qui utilise également des moyens optiques de mise en forme du genre de ceux de la figure 5A.

## 5 EXPOSÉ DÉTAILLÉ DE MODES DE RÉALISATION PARTICULIERS

Le principe du dispositif objet de l'invention est schématiquement illustré par la figure 3. Dans ce dispositif, l'apport de matière se fait de façon centrale et le faisceau laser permettant de  
10 fondre la matière est, quant à lui, mis en forme de façon à arriver latéralement sur la matière.

La référence 16 de la figure 3 symbolise l'extrémité des moyens qui apportent la matière suivant un axe Z, cette extrémité comprenant de préférence une  
15 buse, et la référence 18 symbolise le faisceau laser focalisé qui arrive latéralement par rapport à cet axe Z, sur le pourtour de l'arrivée de matière, contrairement aux dispositifs connus.

On notera que la figure 3 peut être  
20 considérée comme une vue en coupe des dispositifs des figures 7 à 9, dans un plan perpendiculaire à l'axe Z, au niveau de la buse que comportent ces dispositifs.

On utilise des moyens permettant l'apport de matière sous forme d'une poudre ou d'un fil.

25 La poudre (par exemple faite à partir d'un métal tel que l'Inconel, un alliage d'inox, un alliage à base de titane par exemple) arrive par un conduit perpendiculaire au substrat sur lequel on veut la déposer et, après fusion, se dépose sur ce substrat.  
30 Cette poudre peut être transportée par un gaz porteur



ne réagissant pas avec elle, par exemple l'argon ou l'hélium, ou entraînée par des moyens appropriés d'approvisionnement en poudre.

Dans le cas où l'on utilise un fil (par exemple un fil en un métal tel que l'Inconel, un alliage d'inox, un alliage à base de titane par exemple), ce dernier peut arriver de la même manière que la poudre, par un conduit perpendiculaire au substrat. De préférence, on prévoit alors des moyens de déroulement du fil pour maîtriser l'arrivée de celui-ci.

Le faisceau laser destiné à fondre la matière est par exemple engendré, par un laser à CO<sub>2</sub> ou par un laser YAG.

Les moyens de mise en forme du faisceau laser sont par exemple des moyens de division de ce faisceau en plusieurs parties, par exemple trois faisceaux élémentaires, que l'on répartit régulièrement autour de l'axe d'arrivée de la matière et que l'on focalise ensuite en un même point situé sur cet axe, en regard de cette arrivée de la matière.

Sur le schéma de la figure 3, on a représenté en pointillé les trois faisceaux élémentaires 20 qui sont situés à 120° les uns des autres autour de l'axe Z.

Pour former ces trois faisceaux lasers élémentaires 20 de la figure 3, on utilise par exemple trois fibres optiques dont des extrémités respectives sont optiquement couplées à un laser.

On peut ensuite focaliser ces trois faisceaux élémentaires sur l'axe Z, en regard de la

sortie des moyens d'apport de matière, par exemple au moyen d'une lentille convergente.

Dans un autre exemple, les moyens de mise en forme du faisceau laser comprennent un système du genre « axicon », comme on le verra mieux par la suite, et donnent alors à ce faisceau une forme annulaire. L'anneau lumineux obtenu entoure alors l'arrivée de matière et cet anneau est focalisé en un point de l'axe selon lequel arrive la matière, en regard de l'arrivée de matière, grâce à des moyens de focalisation sur lesquels on reviendra par la suite.

On considère maintenant des exemples de divers composants d'un dispositif conforme à l'invention, à savoir des moyens d'apport de matière, des moyens de mise en forme du faisceau laser et des moyens de focalisation de ce faisceau. On décrira ensuite plusieurs dispositifs conformes à l'invention dans lesquels on combine ces composants.

Considérons d'abord les moyens d'apport de matière. Ces derniers comprennent de préférence un conduit 22 dont la partie inférieure 24 se termine par une buse 26 comme on le voit sur la figure 4.

Le conduit 22 permet de guider la matière 28 qui peut être sous la forme d'une poudre ou d'un fil.

La buse 26 est faite d'un matériau qui résiste à la chaleur à cause de la proximité du faisceau laser. La forme de cette buse est conique afin de minimiser la taille de l'extrémité inférieure des moyens d'apport de matière. De plus, la buse 26 est percée d'un trou 30 dont l'axe est l'axe Z. le diamètre

de ce trou 30 est inférieur au diamètre interne du conduit 22 et correspond au diamètre du fil ou du jet de poudre obtenu.

L'extrémité 31 du trou 30 constitue la  
5 sortie des moyens d'apport de matière.

Considérons maintenant la mise en forme du faisceau laser. Elle peut se faire avec des moyens fonctionnant par réflexion ou par transmission.

Considérons d'abord des exemples de moyens  
10 de mise en forme fonctionnant par réflexion. La figure 5A est une vue en perspective schématique de tels moyens. Ces derniers comprennent divers éléments dont la surface réfléchit le faisceau laser incident. On choisit le matériau constitutif de ces éléments en  
15 fonction du genre de laser utilisé.

Dans l'exemple de la figure 5A, les moyens de mise en forme comprennent un élément central 32 qui comporte une paroi réfléchrice 32a ayant la forme d'un cône à base circulaire dont l'axe est l'axe Y du  
20 faisceau laser incident 34 et dont le sommet est tourné vers ce faisceau 34. Ces moyens de mise en forme comprennent aussi un élément périphérique 36 comportant une paroi interne réfléchrice 36a qui a une forme tronconique, dont l'axe est également l'axe Y et qui  
25 s'appuie aussi sur un cône à base circulaire ayant le même demi-angle au sommet que le cône central, les parois réfléchrices 32a et 36a étant donc parallèles.

La paroi conique 32a reçoit le faisceau laser incident 34 et lui donne la forme annulaire. La  
30 paroi 36a reçoit la lumière réfléchie par la paroi 32a

et fournit, par réflexion, un faisceau laser annulaire parallèle.

Des moyens de mise en forme du genre de ceux de la figure 5A sont utilisés dans les dispositifs  
5 des figures 7 et 9.

Un autre exemple est schématiquement représenté en perspective sur la figure 5B. Cet exemple utilise une structure analogue à celle de la figure 5A mais, dans le cas de la figure 5B, la base du cône de  
10 la paroi réfléchissante 32b de l'élément central forme un polygone et le cône sur lequel s'appuie la paroi réfléchissante 36b de l'élément périphérique forme aussi un polygone qui est parallèle au précédent et a le même nombre de côtés que ce dernier.

15 Dans l'exemple de la figure 5B, ces polygones sont des hexagones.

Considérons maintenant des exemples de moyens de mise en forme fonctionnant par transmission. Ces exemples sont schématiquement représentés en  
20 perspective sur les figures 6A et 6B.

Dans l'exemple de la figure 6A, on utilise deux éléments 38 et 40 placés en vis-à-vis, transparents au faisceau laser incident 34 et coaxiaux, l'axe Y commun à ces éléments étant l'axe du faisceau  
25 laser incident. On choisit le matériau constitutif des éléments en fonction du genre de laser utilisé.

L'élément 38 possède une paroi conique concave 38a, dont l'axe est l'axe Y et qui reçoit le faisceau laser incident 34, et une paroi plane opposée  
30 à cette paroi conique et perpendiculaire à l'axe Z.

L'élément 40 possède une paroi conique convexe 40a, dont l'axe est l'axe Y et qui reçoit la lumière provenant de l'élément 38, et une paroi plane opposée à cette paroi conique convexe et  
5 perpendiculaire à l'axe Y.

Les moyens de mise en forme fonctionnant par transmission que l'on voit sur la figure 6A sont utilisés dans le dispositif conforme à l'invention schématiquement représenté sur la figure 8. Avec ces  
10 moyens de la figure 6A, le faisceau laser incident 34 traverse le premier élément 38 des moyens de mise en forme. Ce faisceau est alors mis en forme annulaire et divergente. L'élément 40 permet de retrouver un faisceau annulaire parallèle.

Dans la variante de la figure 6B, la paroi conique concave de l'élément 38 est remplacée par une paroi pyramidale concave 38b à N pans et la paroi conique convexe de l'élément 40 est remplacée par une paroi pyramidale convexe 40b à N pans, N étant un  
15 nombre entier égal à 4 dans l'exemple représenté.

On considère maintenant les moyens de focalisation.

Après avoir été mis en forme, le faisceau laser est focalisé vers la sortie des moyens d'apport de matière et, plus précisément, en regard de cette  
25 sortie et sur l'axe Z du faisceau.

Dans le cas d'un faisceau provenant d'un laser YAG, on utilise de préférence des moyens de focalisation fonctionnant par transmission (et  
30 comprenant une ou plusieurs lentilles). Dans le cas d'un laser à  $\text{CO}_2$ , on peut par exemple utiliser un

miroir parabolique hors d'axe. Un tel miroir est d'ailleurs utilisé dans l'exemple de la figure 9. Il est par exemple en cuivre ou en molybdène.

Avec un laser à  $\text{CO}_2$ , on peut également  
5 utiliser des moyens de focalisation fonctionnant par transmission et fabriqués à partir de matériaux appropriés à la longueur d'onde du faisceau laser (par exemple une lentille en ZnSe) si la puissance du laser le permet.

10 On considère maintenant des exemples du dispositif objet de l'invention en faisant référence aux figures 7, 8 et 9.

Sur la figure 7, on voit le laser 42 fournissant le faisceau 34 dont l'axe est l'axe Y et  
15 que l'on veut mettre en forme puis focaliser.

On voit aussi des moyens 44 de fourniture de la matière 45 qui est fusible par le faisceau laser et que l'on veut déposer, après fusion par le faisceau laser, sur un substrat 46. La référence 48 désigne le  
20 dépôt ainsi formé. Les moyens 44 de fourniture de matière sont suivis des moyens d'apport de matière. Ces moyens d'apport de matière comprennent le conduit 22 terminé par la buse 26 dont l'axe Z (perpendiculaire à la surface du substrat sur laquelle on dépose la  
25 matière) est aussi l'axe du faisceau laser focalisé.

On voit en outre un système axicon 50 du genre de celui de la figure 5A. Ce système est suivi par une lentille de focalisation 52 dont l'axe est l'axe Z.

30 Dans cet exemple de la figure 7, l'axe Z est confondu avec l'axe Y.

Dans l'exemple de la figure 8, on utilise encore le laser 42 fournissant le faisceau 34 dont l'axe est l'axe Y. Ce laser est suivi par des moyens de mise en forme 54 du genre de ceux de la figure 6A. Ces  
5    moyens de mise en forme 54 sont suivis par une lentille de focalisation 56 dont l'axe est l'axe Y.

Le faisceau laser mis en forme et focalisé, issu de la lentille 56, est réfléchi par un miroir plan 58 placé à  $45^\circ$  de l'axe Y. Le faisceau ainsi réfléchi a  
10    pour axe l'axe Z (perpendiculaire à l'axe Y dans l'exemple de la figure 8) et ce faisceau est encore focalisé sur cet axe en regard de la sortie 31 des moyens d'apport de matière.

Dans l'exemple de la figure 9, le faisceau  
15    laser 34, dont l'axe est l'axe Y, est mis en forme par des moyens 50 du genre de ceux de la figure 5A ayant le même axe Y puis réfléchi et focalisé par un miroir parabolique hors d'axe 60. Le faisceau laser annulaire qui est focalisé par ce miroir 60 a comme axe l'axe Z  
20    qui est encore perpendiculaire à l'axe Y. Le point en lequel ce faisceau est focalisé est encore sur cet axe Z, en regard de la sortie 31 des moyens d'apport de matière.

Revenons sur certains aspects des  
25    dispositifs des figures 7 à 9.

Il convient de noter que le faisceau laser focalisé et l'extrémité des moyens d'apport de matière peuvent être rendus coaxiaux de plusieurs façons :

- dans le cas d'une focalisation au moyen  
30    d'une lentille de focalisation et donc d'une focalisation par transmission (voir les exemples des

figures 7 et 8), on peut utiliser une lentille percée afin de laisser passer l'extrémité des moyens d'apport de matière (figure 7). Une autre possibilité consiste à placer un miroir percé d'un trou 62, à 45° du faisceau laser, après les moyens de focalisation (figure 8).

Dans le cas d'une focalisation au moyen d'un miroir parabolique hors d'axe (voir la figure 9), ce miroir est percé d'un trou 64 afin de permettre le passage des moyens d'apport de matière.

10



**REVENDEICATIONS**

1. Dispositif de fusion de matière par faisceau laser, ce dispositif étant caractérisé en ce qu'il comprend :

- 5                   - des moyens (22) d'apport d'une matière qui est fusible par un faisceau laser, ces moyens d'apport ayant une sortie (31) sur un premier axe (Z) et étant aptes à émettre la matière par cette sortie suivant ce premier axe, et
- 10                  - des moyens optiques (50-52, 54-56-58, 50-60) aptes à répartir régulièrement le faisceau laser sur le pourtour du premier axe et à focaliser ce faisceau laser en un point de ce premier axe, en regard de la sortie des moyens d'apport de matière.

15                  2. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel les moyens optiques comprennent :

- des moyens (50, 54) de mise en forme du faisceau laser, aptes à répartir régulièrement ce faisceau laser autour d'un deuxième axe (Y), et
- 20                  - des moyens (52, 56, 60) de focalisation, sur le point du premier axe, du faisceau laser ainsi régulièrement réparti.

3. Dispositif selon la revendication 2, dans lequel les moyens de mise en forme du faisceau  
25 laser comprennent des moyens de division de ce faisceau laser en plusieurs faisceaux laser élémentaires (20) qui sont régulièrement répartis autour du deuxième axe (Y).

4. Dispositif selon la revendication 2,  
30 dans lequel les moyens de mise en forme du faisceau laser comprennent des moyens (50, 54) de transformation

de ce faisceau laser en un faisceau laser annulaire dont l'axe est le deuxième axe (Y).

5        5. Dispositif selon la revendication 4, dans lequel les moyens de transformation (50) sont aptes à réfléchir le faisceau laser.

10       6. Dispositif selon la revendication 5, dans lequel les moyens de transformation comprennent des premier et deuxième miroirs coaxiaux (32, 36), le premier miroir étant un miroir conique dont l'axe est le deuxième axe (Y) et le deuxième miroir étant un miroir tronconique qui entoure le premier miroir et qui est parallèle à ce premier miroir.

15       7. Dispositif selon la revendication 4, dans lequel les moyens de transformation (54) sont aptes à transmettre le faisceau laser.

20       8. Dispositif selon la revendication 7, dans lequel les moyens de transformation comprennent des premier et deuxième éléments optiques transparents (38, 40), ayant un axe commun constitué par le deuxième axe, disposés à la suite l'un de l'autre le long de cet axe et coopérant l'un avec l'autre pour former le faisceau laser annulaire.

25       9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 2 à 8, dans lequel les moyens de focalisation sont choisis dans le groupe comprenant les optiques convergentes (52, 56) et les miroirs paraboliques hors d'axe (60).

30       10. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 2 à 8, dans lequel les moyens de focalisation comprennent une optique convergente,

prévue pour focaliser le faisceau laser, et des moyens (58) de réflexion du faisceau laser ainsi focalisé.

11. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, dans lequel les moyens d'apport  
5 comprennent une buse (26) dont l'axe est le premier axe (Z) et qui comporte un perçage (30) dont l'extrémité forme la sortie (31) des moyens d'apport.

12. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 2 à 9, dans lequel les moyens d'apport  
10 comprennent une buse (26), dont l'axe est le premier axe et qui comporte un perçage (30) dont l'extrémité forme la sortie (31) des moyens d'apport, et les moyens de focalisation (52, 60) sont traversés par ces moyens d'apport.

15

1/5

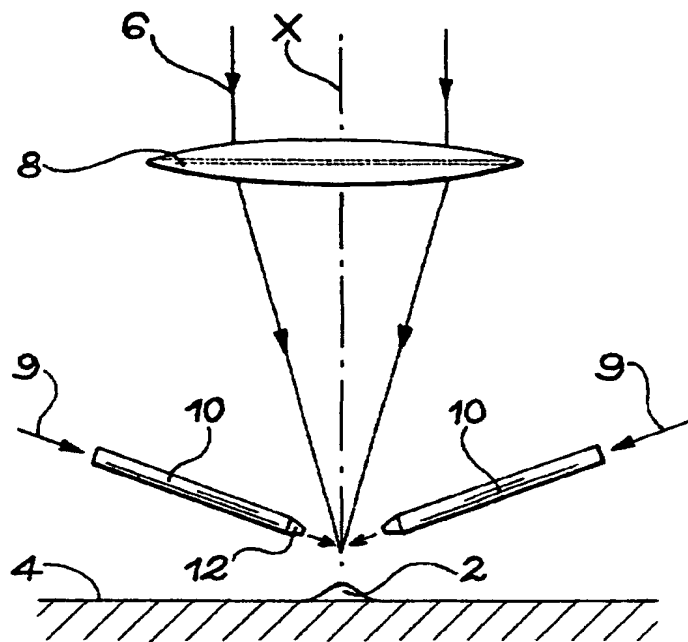


FIG. 1

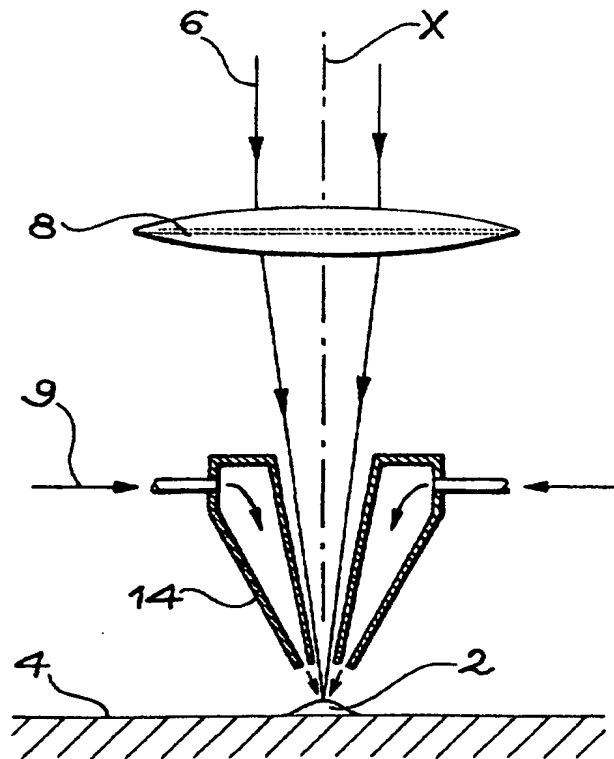


FIG. 2

2/5

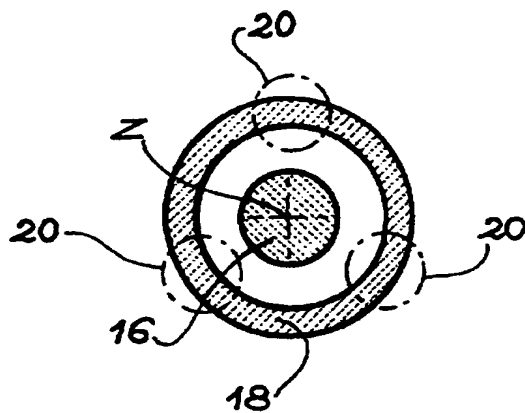


FIG. 3

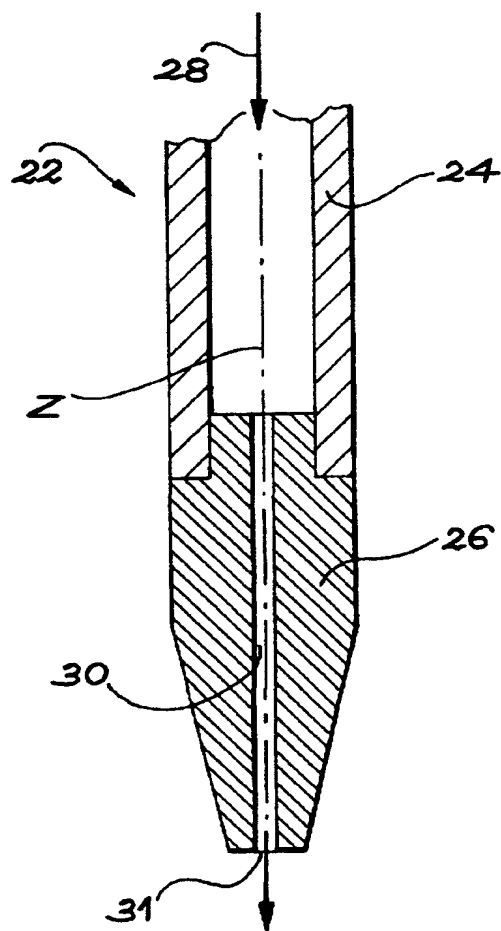


FIG. 4

3/5

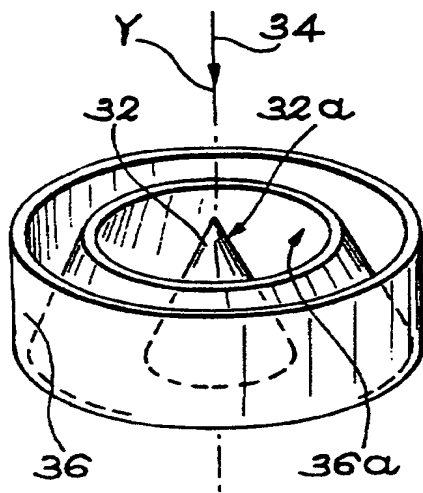


FIG. 5A

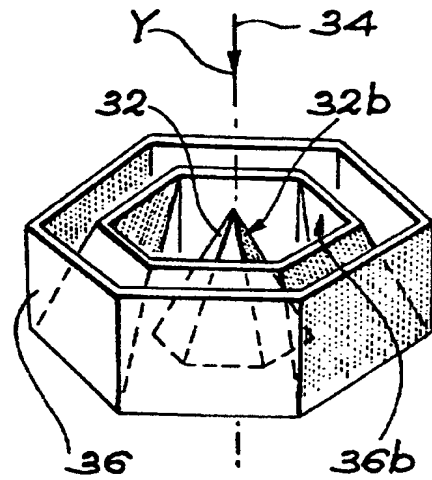


FIG. 5B

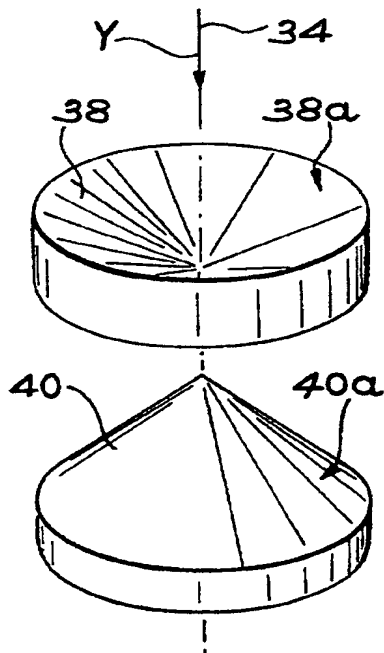


FIG. 6A

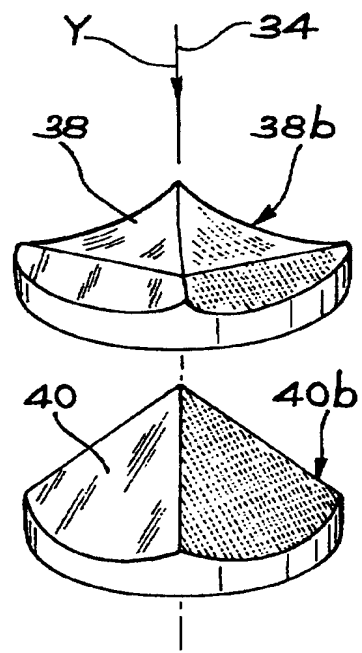


FIG. 6B

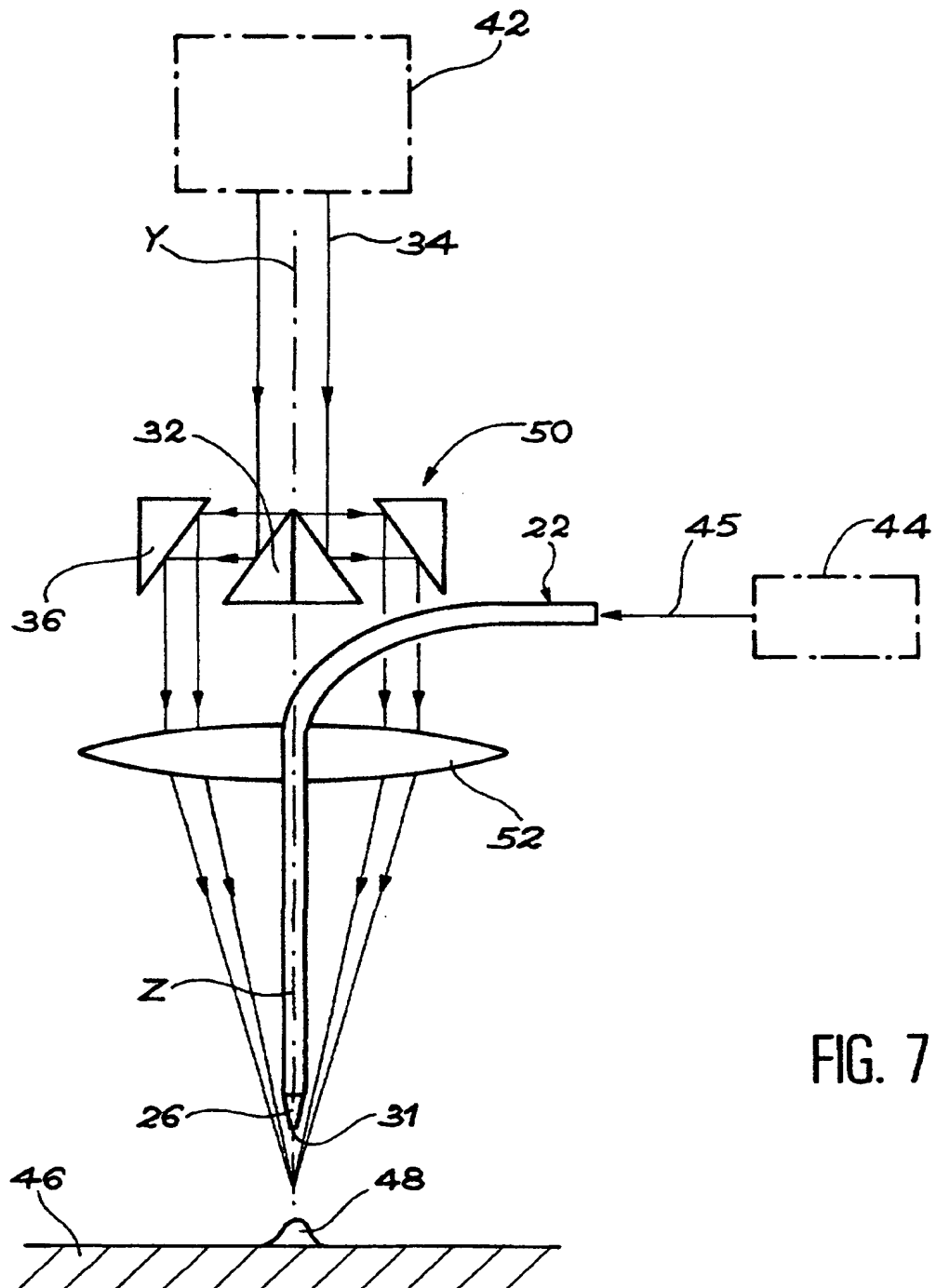


FIG. 7

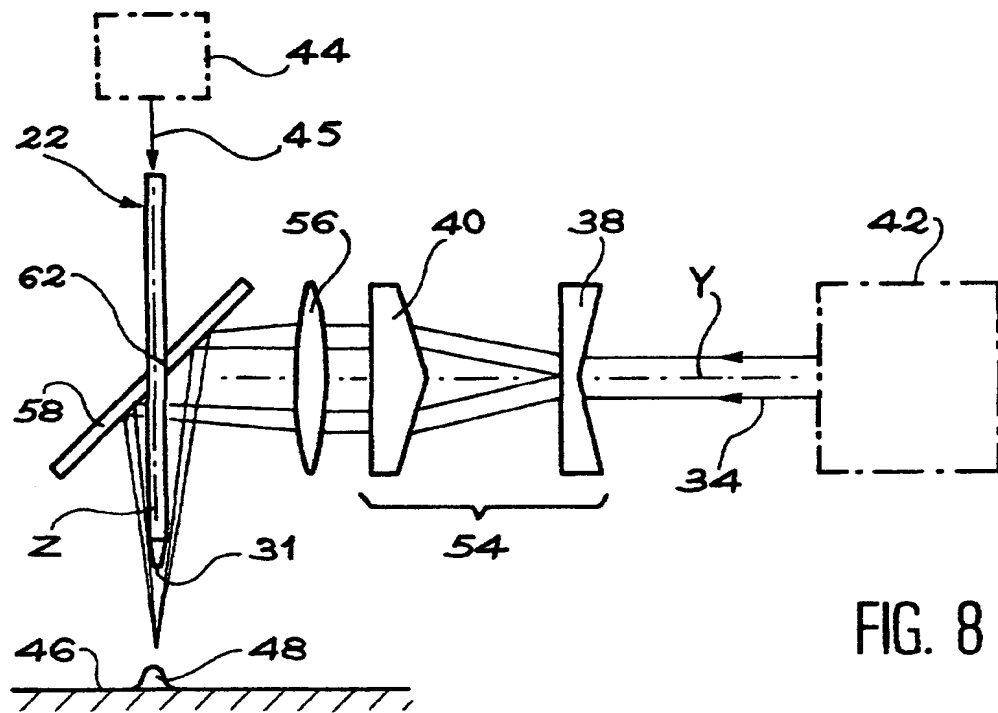


FIG. 8

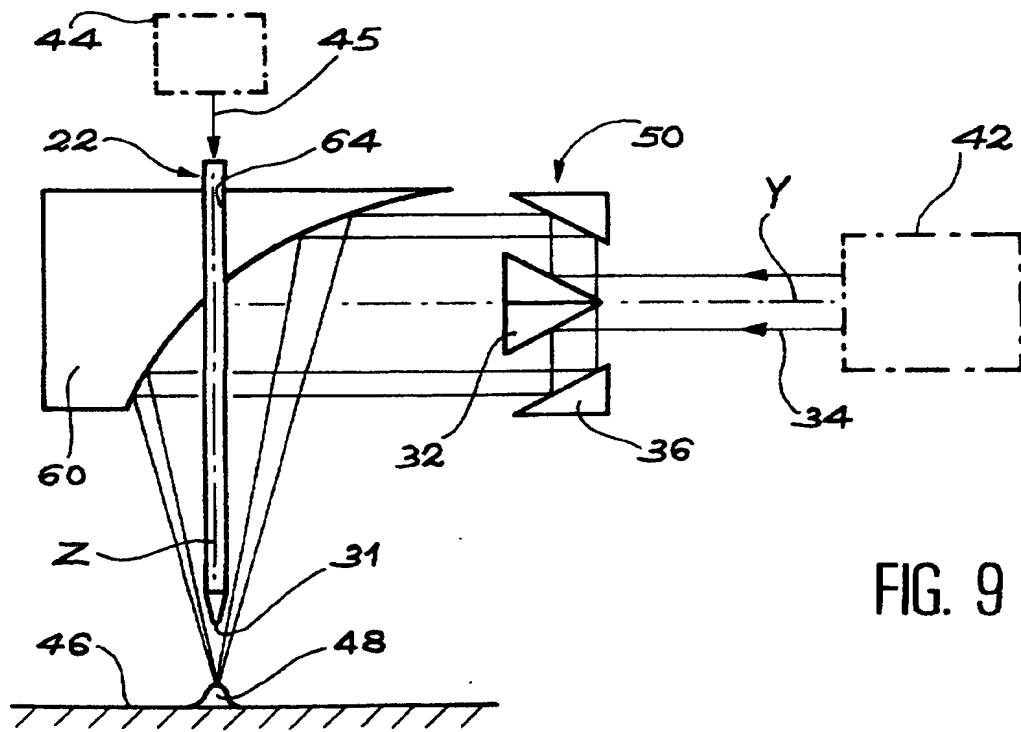


FIG. 9





2823688

# **RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE**

établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement  
national

FA 604252  
FR 0105490

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	DE 41 29 239 A (KRUPP AG ;BIAS FORSCHUNG & ENTWICKLUNG (DE)) 4 mars 1993 (1993-03-04)	1-3,9-12	B23K26/06
A	* le document en entier *	5	
X	EP 1 020 249 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD) 19 juillet 2000 (2000-07-19)	1-3,8-10	
A	* colonne 1, ligne 38 - ligne 54; figure 22 * * colonne 3, ligne 49 - colonne 4, ligne 44 * * colonne 10, ligne 51 - colonne 11, ligne 13; figure 1 * * colonne 11, ligne 37 - colonne 12, ligne 9; figure 3 * * colonne 12, ligne 44 - colonne 14, ligne 9; figure 6 *	4,5,7, 11,12	
X	WO 01 26859 A (KLEINHUBER HARALD G) 19 avril 2001 (2001-04-19)	1	
A	* page 37, ligne 9 - page 39, ligne 33; revendication 1; figure 12 *	2-7	
			<b>DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7)</b>
			B23K
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
14 janvier 2002		Aran, D	
<b>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</b> X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0105490 FA 604252**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.  
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 14-01-2002  
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
DE 4129239	A	04-03-1993	DE	4129239 A1	04-03-1993
EP 1020249	A	19-07-2000	JP	2000202672 A	25-07-2000
			EP	1020249 A2	19-07-2000
			US	6294754 B1	25-09-2001
WO 0126859	A	19-04-2001	DE	19949198 A1	31-05-2001
			WO	0126859 A1	19-04-2001